



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FUNDAMENTAIS E
SOCIAIS
CURSO DE AGRONOMIA

SELEÇÃO DE POPULAÇÕES DE PIMENTEIRAS ORNAMENTAIS
PARA CARACTERES MORFOAGRONÔMICOS E DE
RESISTÊNCIA AO ETILENO

NARDIELE DE SOUZA SOUTO FREITAS

AREIA-PB
AGOSTO DE 2019

NARDIELE DE SOUZA SOUTO FREITAS

**SELEÇÃO DE POPULAÇÕES DE PIMENTEIRAS ORNAMENTAIS
PARA CARACTERES MORFOAGRONÔMICOS E DE
RESISTÊNCIA AO ETILENO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do Curso de
Agronomia, do Centro de Ciências
Agrárias, da Universidade Federal da
Paraíba em cumprimento às exigências
para a obtenção do título de **Engenheira
Agrônoma.**

Orientador: Prof. Dra. Elizanilda Ramalho do Rêgo

AREIA-PB
AGOSTO DE 2019

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

F866s Freitas, Nardiele de Souza Souto.

Seleção de populações de pimenteiras ornamentais para
caracteres morfoagronômicos e de resistência etileno /
Nardiele de Souza Souto Freitas. - Areia- PB, 2019.
49 f.

Orientação: Elizanilda Ramalho Rêgo.
Monografia (Graduação) - UFPB/Areia-PB.

1. Abscisão. 2. Melhoramento de plantas. 3.
Variabilidade. I. Rêgo, Elizanilda Ramalho. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

NARDIELE DE SOUZA SOUTO FREITAS

**SELEÇÃO DE POPULAÇÕES DE PIMENTEIRAS
ORNAMENTAIS PARA CARACTERES MORFOAGRONOMICOS
E DE RESISTÊNCIA ETILENO**

BANCA EXAMINADORA



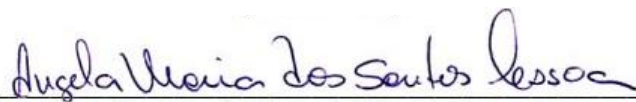
Prof. Dra. Elizanilda Ramalho do Rêgo

Orientadora
DCFS/CCA/UFPB



Prof. Dr. Mailson Monteiro do Rêgo

Examinador
DCB/CCA/UFPB



Dra. Angela Maria dos Santos Pessoa

Examinador
DCFS/CCA/UFPB

AREIA – PB

AGOSTO DE 2019

À Deus, que sempre esteve presente me protegendo e guiando.
Aos meus pais, Marinalva e Dijalma, aos meus avós, Valdemira e Severino (*in memoriam*), ao meu irmão, Douglas e minha sobrinha Elis, os quais sempre me incentivaram a ser alguém melhor.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus e a Virgem Maria, que sempre estiveram comigo me permitindo ter saúde e força para seguir buscando os meus objetivos.

À Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e ao Laboratório de Biotecnologia e Melhoramento Vegetal, pela receptividade e oportunidade para realização deste trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de Iniciação Científica.

À minha mãe, Marinalva de Souza Souto Freitas, por sempre estar comigo, por todos os ensinamentos, paciência, compreensão e todo amor, por ser simplesmente magnífica. Obrigada mainha por todos os puxões de orelha, sem a senhora eu não seria nada! Ao meu pai, Damião Dijalma Alves de Freitas, por todas as vezes que me fez acreditar que eu seria capaz, e por sempre que se fez necessário ter pulso firme, me orientando para o melhor caminho.

À minha avó Valdemira Bezerra Alves, por cuidar tão bem de mim (mesmo depois de uma certa idade e ao longo dos seus 90 anos), por toda sua dedicação, por não medir esforços para me ajudar, por sempre me proteger, por sempre estar comigo quando eu mais preciso. Obrigada vó pelo companheirismo desses 23 anos! Ao meu avô, Severino Alves de Freitas (*in memoriam*), por todos ensinamentos, por todas as suas histórias de luta e vitória compartilhada. Aonde quer que estejas, te amo vô!

Ao meu irmão, Douglas de Souza Souto Freitas, sempre cuidando, protegendo, ajudando e me amando, mesmo com seu jeito torto. Meu eterno companheiro das lutinhas, quando criança. És o responsável pelo melhor presente que eu poderia ganhar, Elis Morais de Freitas, esta que me ensinou a ser tia, madrinha e irmã mais velha (como ela diz), que sempre está cheia de amor para compartilhar conosco.

À minha cunhada, Nayanny Morais de Oliveira Monteiro, que sempre se mostrou disposta a me ajudar, quando precisei.

À Flaviano Fernandes de Oliveira, por toda ajuda, compreensão, paciência, dedicação e apoio. Por sempre ter as palavras certas nos momentos difíceis. Mesmo estando longe, está sempre comigo, obrigada!

À minha orientadora, professora Dra. Elizanilda Ramalho do Rêgo, por toda confiança a mim concedida ao longo desses três anos e por todo conhecimento que me foi transmitido.

À Angela Maria dos Santos Pessoa, por toda ajuda e por acreditar em mim até quando eu mesma desacreditei. Por todas as vezes que me mostrou que sou capaz, e por todo conhecimento que me foi passado!

A todos que fazem parte do Laboratório de Biotecnologia e Melhoramento Vegetal: Professor Dr. Maílson, Ayrton, Bruna, Cristine, Geovana, Jardel, João Felipe, Kaline, Laura, Lindamara, Manoel Junior, Michelle, Sr. Jacy (que sempre me ajudou quando precisei) e em especial a Priscila Duarte que foi minha companheira ao longo desse projeto.

À Elisandra da Silva Sousa, com pouco tempo de amizade já me ensinou muito sobre a vida, me ensinou que mesmo diante dos obstáculos devemos tentar vencê-los sempre com um sorriso no rosto.

À Denis Miranda Lopes, que ao longo de nossa amizade sempre fez jus a música do filme Toy Story *“Amigo, estou aqui! Os seus problemas são os meus também, e isso eu faço por você e mais ninguém, o que eu quero é o seu bem. Amigo, estou aqui!”*. Obrigada por tudo, amigo!

À Julia Rachel Andrade da Silva, que desde o início do curso foi minha dupla, dividindo as alegrias e tristezas, as conquistas e também as derrotas.

À Victor Coêlho do Nascimento, que sempre esteve pronto para me ajudar e completou o quarteto mais especial de todo CCA.

A todos os colegas que fazem parte da melhor turma que o CCA já teve, turma de Agronomia 2014.2.

Às minhas amigas de infância, Laysa Gabryella e Rosa Maria. Em especial a Rosa, mesmo com toda nossa correria, a nossa amizade continua firme como na época de criança.

Aos meus presentes da fonoaudiologia Hérica Maryany, João Neto e Luiza Joyce, que me compreenderam e sempre torceram por mim, mesmo com toda a distância.

A todos os amigos conquistados ao longo desses 5 anos de CCA, em especial João Paulo, Inara Araújo, Vitória Maria, Nabor Galvão.

FREITAS, N. S. S. SELEÇÃO DE POPULAÇÕES DE PIMENTEIRAS ORNAMENTAIS PARA CARACTERES MORFOAGRONOMICOS E DE RESISTÊNCIA AO ETILENO. Areia/PB. 2019. Graduação em Agronomia. Orientador: Prof. (a) Dra. Elizanilda Ramalho do Rêgo (Monografia).

RESUMO GERAL

Pimenteiras do gênero *Capsicum* pertencente à família Solanaceae é nativo das regiões tropicais da América Central e do Sul. Esta espécie apresenta diversidade para características morfoagronômicas que lhe confere diferentes potencialidades de uso, como o uso ornamental. Durante o processo de comercialização das pimenteiras ornamentais, o etileno é capaz de provocar a degradação da clorofila e a abscisão de folhas, flores e frutos, o que leva a perda do valor comercial. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar caracteres morfoagronômicos e de resistência ao etileno em populações de pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum* L.). O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação no Laboratório de Biotecnologia e Melhoramento Vegetal do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba (CCA-UFPB), Areia/PB. Na população F4 o experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos e quinze repetições. Foram avaliadas 24 características morfoagronômicas de planta, flor, frutos e resistência ao etileno. Os dados foram submetidos à análise de variância, com posterior separação das médias pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Na população F6 o delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, seguindo o arranjo de parcela subdividida, sendo oito populações e duas testemunhas. Os dados foram submetidos a análise de variância, usando o teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade, para o agrupamento de médias e posterior regressão. Dentro das populações estudadas é possível praticar seleção, para dar continuidade ao Programa de Melhoramento de Pimenteiras Ornamentais, tendo em vista a variabilidade genética encontrada. A população UFPB56.8 apresentou-se susceptível ao fitormônio etileno. As folhas apresentaram-se mais sensíveis a ação do etileno, enquanto que os frutos mostraram-se mais resistentes. A população 55.50.4.1 e os parentais UFPB 77.3 e UFPB 134 apresentaram-se susceptíveis ao fitormônio etileno.

Palavras-chave: Abscisão, Melhoramento de plantas, Variabilidade.

FREITAS, N. S. S. SELECTION OF ORNAMENTAL PEPPER POPULATIONS FOR MORFOAGRONOMIC AND ETHYLENE RESISTANT CHARACTERISTICS. Areia/PB. 2019. Graduation in Agronomy. Advisor: Prof. (a) Dra. Elizanilda Ramalho do Rêgo (Monograph).

ABSTRACT GERAL

The genus *Capsicum* belonging to the Solanaceae family is native to the tropical regions of Central and South America. This species presents diversity for morphoagronomic characteristics which gives it different potentialities of use, such as ornamental use. During the commercialization process of ornamental pepper plants, ethylene is capable of causing chlorophyll degradation and the abscission of leaves, flowers and fruits, which leads to the loss of commercial value. In this context, the objective of this work was to evaluate morphometric characteristics and ethylene resistance in ornamental pepper (*Capsicum annuum* L.) populations. The experiment was carried out in a greenhouse at the Plant Biotechnology Laboratory of the Center for Agrarian Sciences, Federal University of Paraíba (CCA-UFPB), Areia / PB. In the F4 population the experiment was conducted in a completely randomized design with three treatments and fifteen repetitions. Twenty-four morphoagronomic characteristics of plant, flower, fruit and ethylene resistance were evaluated. Data were submitted to analysis of variance, with subsequent grouping of means by Tukey test, at 5% probability. In the F6 population, a completely randomized design was used, following the split plot arrangement, being eight populations and two witnesses. Data were subjected to analysis of variance using the 5% probability Skott-Knott test for grouping of means and subsequent regression. Within the populations studied, it is possible to practice selection to continue the Ornamental Pepper Breeding Program, considering the genetic variability found. The UFPB56.8 population showed sensitivity to ethylene phythormonium. The leaves were more sensitive to ethylene action, while the fruits were more resistant. The population 55.50.4.1 and the parents UFPB 77.3 and UFPB 134 showed sensitivity to ethylene phythormonium.

Keywords: Abscission, Plant Breeding, Variability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Abscisão de botão floral, flor e fruto após a aplicação de 10 µL/L de etileno pelo período de 48 h, (A) UFPB 77.3; (B) UFPB 134; (C) 17.15.4.1; (D) 17.15.48.1; (E) 55.50.4.1; (F) 55.50.44.1; (G) 56.8.24.1; (H) 56.26.15.1; (I) 56.26.33.1 e (J) 56.26.34.1..... 43

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1. Resumo da análise de variância (Quadrados Médios - QM) e Coeficiente de Variação (CV%) para as 24 características quantitativas de planta, flor, fruto e etileno em pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum* L.)..... 27

Tabela 2 - Médias de características quantitativas de porte, flor, fruto e sensibilidade ao etileno avaliados em três famílias de pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum* L.)..... 28

CAPITULO II

Tabela 1. Resumo da análise de variância para as características abscisão de folhas (AF); abscisão de botão floral (ABF); abscisão de flor (AFL); abscisão de fruto (AFR); clorofila *a* (C_{loa}) e *b* (C_{lob}) em populações F₆ de pimenteiras ornamentais..... 38

Tabela 2. Média das porcentagens acumuladas de abscisão de folha e degradação de clorofila *a* e *b* das populações F₆ x tempo de exposição ao etileno em *Capsicum annuum*.
..... 40

Tabela 3. Médias das variáveis quantitativas dos tempos da ação do etileno em dez populações F₆ de pimenteiras ornamentais *Capsicum annuum* L. 41

Tabela 4. Médias da abscisão de botão floral em populações F₆ de *Capsicum annuum* L. submetidas ao etileno. 44

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	123
2. REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 Caracterização botânica das pimenteiras.....	15
2.2. Importância econômica das pimenteiras	16
2.3. Efeito do Etileno em Pimenteiras Ornamentais	17
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19

CAPÍTULO I

Seleção de populações F₄ de pimenteiras ornamentais (<i>Capsicum annuum</i> L.) para caracteres morfoagronômicos e resistência ao etileno	22
RESUMO	23
ABSTRACT	24
1. INTRODUÇÃO	25
2. MATERIAL E MÉTODOS	26
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4. CONCLUSÃO	30
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31

CAPÍTULO II

Efeitos do etileno na pós-produção de pimenteiras ornamentais (<i>Capsicum annuum</i> L.).....	34
RESUMO	35
ABSTRACT	36
1. INTRODUÇÃO	37
2. MATERIAL E MÉTODOS	37
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
4. CONCLUSÕES.....	45
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

1. INTRODUÇÃO GERAL

O gênero *Capsicum* pertencente à família Solanaceae é nativo das regiões tropicais da América Central e do Sul, compreende cerca de 30 espécies. Atualmente, as pimenteiras encontram-se dispersas pelo mundo todo (Carvalho et al., 2006; Goetz e Jeune, 2012). Entre as espécies de *Capsicum*, cinco são domesticadas e largamente cultivadas: *Capsicum annuum* L.; *C. baccatum*; *C. chinense* Jacq; *C. frutescens* e *C. pubescens* (Pickersgill, 1971; Bosland, 1994; Lannes et al., 2007; Pinheiro et al., 2012).

As espécies domesticadas foram agrupadas em três complexos, que reúnem os indivíduos mais próximos e possíveis de cruzamentos, como: o complexo *C. annuum*, mais amplamente distribuído nas Américas e no Mundo, inclui as espécies *C. annuum*, *C. frutescens* e *C. chinense*; o complexo *C. baccatum*, formado pelo menos de três espécies *C. baccatum*, *C. praetermissum* e *C. tovarii*; e o complexo *C. pubescens*, constituído por *C. pubescens*, *C. cardenasii* Heiser & Smith e *C. eximium* Hunz (Pickersgill, 1997; Bosland e Votava, 1999).

Dentre estas, a espécie *Capsicum annuum* se destaca sendo amplamente cultivada incluindo variedades como pimentões e pimentas doces e podem ser utilizadas como medicinais, bem como plantas ornamentais em hortas de condimentos ou em ambientes internos, agregando valor ao produto (Buso et al., 2001; Rêgo et al., 2015; Rêgo e Rêgo, 2016, 2018).

A produção de pimenteiras pode ser utilizada *in natura* e no processamento. As pimentas também podem ser processadas na forma de condimentos, geleias ou conservas (Macedo, 2015). A produção de pimenteiras para fins ornamentais está inserida no comércio *in natura* (Melo et al., 2014).

Por exibirem qualidades estéticas próprias inerentes a cada cultivar devido suas características como folhagem variegada, porte anão e a variada coloração de frutos, em diferentes estádios de maturação na mesma planta e à mesma época, as pimenteiras prestam-se como plantas ornamentais e têm tido ampla aceitabilidade no mercado (Rêgo e Rêgo, 2016; 2018). Estas, geralmente são cultivadas e comercializadas em vasos (Carvalho et al., 2006).

O cultivo de pimenteiras no Brasil vem crescendo e representa uma relevância social e econômica, pois envolve uma grande quantidade de mão de obra da agricultura de pequenos produtores, influenciando na estrutura familiar destes (Pinto et al., 2011; Rêgo et al., 2011; Macedo, 2015).

Dentre as plantas ornamentais, as pimenteiras ganham espaço no mercado, sendo sua comercialização não apenas em feiras livres ou supermercados, mas também em cenários mais refinados com consumidores de maior poder aquisitivo comprando em floriculturas (Rêgo et al., 2011; Melo et al., 2014; Oliveira, 2015).

A pimenteira ornamental oferece uma infinidade de oportunidades para desenvolver cultivares exclusivas, que podem ser comercializadas de três maneiras: vasos de plantas, plantas de jardim e buquês (Stommel e Bosland, 2006; Rêgo e Rêgo, 2016; 2018).

A floricultura brasileira sofre alguns contratempos que necessitam ser superados e apesar de que diversas pimenteiras apresentam valor comercial significativo, os procedimentos referentes ao manuseio e procedimento pós-colheita, ainda são desconhecidos (Tagliacozzo e Castro, 2001; Regan e Dole, 2010).

Diversos problemas são encontrados durante a fase de pós-produção que afetam a qualidade e a longevidade de plantas ornamentais em vaso, em geral dentre esses, os efeitos deletérios provocados pelo etileno é um dos mais importantes (Hoyer, 1996; Santos et al., 2015; Nascimento et al., 2015).

O etileno é um hormônio vegetal, produzido em baixas concentrações pelas plantas, estando suas funções relacionadas com o crescimento e desenvolvimento das mesmas, floração, maturação de frutos e processos de senescência (Chen et al., 2005, Santos et al., 2013; Kerbaui, 2013).

Ao longo do crescimento de plantas ornamentais em estufas, instalações de transporte e armazenamento devido à ausência de ventilação adequada e lavagem, o etileno pode acumular-se a altas concentrações na atmosfera (Lima et al., 2017).

As plantas ornamentais são submetidas a condições estressantes, como no transporte, onde os vasos de pimenteiras são transportados por até 48 horas em caminhões com contêineres não refrigerados até chegarem aos mercados de varejo, durante a maior parte deste tempo, as pimenteiras são misturadas com muitas espécies de flores cortadas e em vasos e plantas de folhagem (Segatto et al., 2013). Durante o transporte e a comercialização ocorre a exposição ao etileno, onde essas plantas são resignadas a estresses como baixa luminosidade e alta temperatura (Hoyer, 1996).

O etileno é capaz de provocar a degradação da clorofila e a abscisão de folhas, flores e frutos em muitas espécies de plantas ornamentais, incluindo as pimenteiras, o que leva a perda do valor comercial (Serek et al., 2006; Segatto et al., 2013).

Segundo Hoyer (1996), a concentração de etileno requerida para causar os efeitos já citados é dependente de fatores como o tempo de exposição, temperatura, estágio de desenvolvimento, sensibilidade da espécie ou variedade.

Geralmente, a taxa de produção de etileno pelas células aumenta com a maturação, as injúrias físicas, a incidência de doenças, o aumento da temperatura e o estresse hídrico (Argueso et al., 2007; Almasi et al., 2012).

Nesse contexto, este trabalho foi dividido em dois capítulos: No primeiro avaliou-se populações F₄ de pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum* L.) para caracteres morfoagronômicos e resistência ao etileno. No segundo capítulo, foi avaliado os efeitos da exposição ao etileno na pós-produção de populações F₆ de pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum* L.).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Caracterização botânica das pimenteiras

As pimentas hortícolas e os pimentões pertencem à família Solanaceae e ao gênero *Capsicum*, são encontradas em regiões de clima tropical e temperado em várias partes do mundo (Pickergill et al., 1997; Carvalho et al., 2006; Stummel e Bosland, 2007).

Plantas do gênero *Capsicum* apresentam altura e forma de crescimento variando de acordo com a espécie, suas folhas apresentam tamanho, coloração, formato e pilosidade variáveis, com coloração geralmente verde, podendo ser ainda violetas e variegadas (Santos, 2012). As flores são hermafroditas e, as espécies do gênero *Capsicum* são, autógamas, com certa taxa de alogamia. O fruto é uma baga, de estrutura oca e forma lembrando uma cápsula (Buso et al., 2001).

As pimenteiras são muito apreciadas no mercado brasileiro, por serem caracterizadas pela grande variabilidade no formato, na pungência e na coloração dos frutos (Moreira et al., 2006; Rêgo e Rêgo, 2016).

A pungência é um atributo importante economicamente e taxonomicamente no gênero *Capsicum*, esse sabor pungente é característico devido principalmente à presença da capsaicina, em maior quantidade na placenta e em menor quantidade nas sementes e no pericarpo do fruto (Suzuki e Iwai, 1984).

2.2. Importância econômica das pimenteiras

O destaque do setor de flores e plantas ornamentais no agronegócio brasileiro se dá devido principalmente à estrutura organizada de mercado, à diversificação de espécies e variedades, à difusão de novas tecnologias de produção, à profissionalização dos agentes da cadeia, bem como na sua integração (Cançado et al., 2005).

Com o intuito de atender às exigências do perfil mercadológico, o agronegócio de ornamentais tem movimentado o setor interno com novas tendências e propostas (Oliveira, 2015). Desde 2006 o segmento de flores tem registrado altas de 5 a 8% em volume e de 4 a 7% em valor, responsável por gerar 199.100 empregos diretos, sendo que os maiores centros produtores são os Estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Paraná, Minas Gerais e a região nordeste do Brasil (INFORMATIVO IBRAFLOR, 2015; 2018).

As condições de produção do Brasil, dotado de diversidade de solo e clima, permitem o cultivo de grande número de espécies e conferem aos produtos brasileiros oportunidades de abrirem espaços e se firmarem no mercado internacional (Cançado et al., 2005).

O cultivo de pimenteiras no Brasil representa uma importante fonte econômica e social em decorrência do número de empregos gerados em sua cadeia produtiva, com boas expectativas para o crescimento do mercado nacional (Neitzke et al., 2008; Pinto et al., 2011; Rêgo et al., 2011).

O comércio de pimenteiras é um segmento com grande potencial de crescimento em todos os continentes, tanto para consumo *in natura* quanto para o processamento (Pessoa, 2016). As pimenteiras são utilizadas como alimento na sua forma natural, na indústria de agentes aromatizantes e colorantes e também como planta medicinal e ornamental (Yamamoto e Nawata, 2005; Rêgo et al., 2012a; Rêgo et al., 2016).

Dentre as plantas ornamentais cultivadas em vaso, as pimenteiras (*Capsicum* spp.) têm se destacado pela crescente e contínua aceitação pelo mercado consumidor (Junqueira e Peetz, 2011; Rêgo et al., 2011). Esta aceitação por pimenteiras ornamentais pode ser atribuída à grande diversidade de formatos e colorações dos frutos, pela variação da coloração da folhagem e do hábito de crescimento das plantas (Stommel & Bosland, 2007).

Devido ao fato de certas pimenteiras do gênero *Capsicum* exibirem características de alto valor estético (arquitetura de planta; quantidade, posição dos frutos; coloração, formato e densidade de folhas e frutos) podem ser utilizadas como ornamentais, estas

apresentam facilidade de cultivo e longo período de manutenção de seu aspecto ornamental em vaso (durabilidade dos frutos e folhas, além da produção continuada de frutos) (Neitzke et al., 2016).

A princípio, qualquer espécie de pimenteira poderia ser utilizada como planta ornamental, porém as espécies com porte compacto são mais indicadas ao plantio em vasos, principalmente na decoração de ambientes internos (Vieira, 2002; Rêgo et al., 2011; Finger et al., 2012; Nascimento et al., 2012, 2013).

Durante a fase de pós-produção de plantas ornamentais em vaso, estas enfrentam vários entraves que afetam a qualidade e sua vida útil, como a sensibilidade da cultivar ao etileno e o transporte, que são os principais fatores que influenciam na qualidade e longevidade das plantas (Hoyer, 1996; Lima 2015).

2.3. Efeito do Etileno em Pimenteiras Ornamentais

Ações deletérias causadas pelo fitormônio etileno frequentemente causam perdas pós-colheita. O etileno pode ser provocado por fatores endógenos (produzido na própria planta) ou exógenos (oriundo de fontes externas como, por exemplo, exaustão de motores e amadurecimento de frutos) sendo responsável por transformações fisiológicas nas plantas (Oliveira, 2015).

O etileno é um fitormônio produzido em baixa concentração por todas as plantas. Sua função é importante no crescimento e desenvolvimento, processo de floração, amadurecimento de frutos e no processo de senescência (Chen et al., 2005; Santos et al., 2013; Kerbaui, 2013).

Existindo muito etileno no ar circundante, as flores e plantas sensíveis ao etileno haverá murchamento, secagem do botão, abscisão de folhas, flores e frutos, entre outros problemas causando implicações comerciais que se tornam causas limitantes na comercialização das pimenteiras ornamentais (Woltering et al., 1996; Nascimento et al., 2015).

Em geral, o etileno sozinho é responsável por um dos principais fatores responsáveis pela redução da longevidade de muitas plantas ornamentais, em particular, quando exposto a gás durante o transporte e armazenamento (Hoyer, 1996; Woltering, 1996; Rêgo et al., 2012).

O principal meio utilizado para transporte de flores e plantas ornamentais dentro do país é o terrestre, já no caso de produções destinadas à exportação, em razão da velocidade

utilizada, o transporte aéreo é o que mais preserva a qualidade, integridade e frescor do produto, porém seu custo é mais elevado. Mas, tanto o transporte aéreo, como o terrestre, apresenta problemas a serem sanados. A inexistência de câmeras frias nos aeroportos e compartilhamento de carga de aviões, a utilização de caminhões não climatizados, distância entre o produtor e o consumidor, o transporte de plantas e flores ornamentais conjuntamente com frutos e hortaliças, promove o aumento da concentração de etileno, elevação da respiração, além das más condições das rodovias do país, representam uma grande lacuna na infraestrutura da cadeia para conservar os produtos adequadamente (Junqueira e Peetz, 2005). Por isso, o transporte merece atenção especial para que assegure a qualidade do produto até o consumidor final (Segatto, 2007).

Além disso, o tempo médio de transporte, das principais regiões produtoras, Sul e Sudeste, via transporte para abastecimento como Pará, Estados do Mato Grosso, Tocantins, Maranhão e Piauí, pode levar de 36 a 48 horas. Mesmo com o uso de caminhões refrigerados, não possuem iluminação, são passíveis a intensa vibração, sem ventilação e irrigação por mais de 48 horas, ficando as plantas sujeitas ao acúmulo e exposição ao etileno presente no ar circundante (gases de exaustão ou transporte irregular juntamente a frutas maduras), comprometendo a qualidade e durabilidade comercial das plantas (Junqueira e Peetz, 2002; Oliveira, 2015).

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOSLAND, P. W.; IGLESIAS, J; GONZALEZ, M. M. 1994. 'NuMex Centennial' and 'NuMex Twilight' ornamental chiles. **Hort Science**. 29(9):1090.
- BOSLAND, P.W.; VOTAVA, E.J. **Peppers: vegetable and spice Capsicums**, New York: CABI Publishing, 1999. 204p.
- BUSO, G. S. C.; LOURENÇO, R. T.; BIANCHETTI, L. B.; LINS, T. C. L.; POZZOBON, M. T.; AMARAL, Z. P. S.; FERREIRA, M. E. Espécies silvestres do gênero *Capsicum* coletadas na mata atlântica brasileira e sua relação genética com espécies cultivadas de pimenta: uma primeira abordagem genética utilizando marcadores moleculares. Brasília: **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia**, (Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 7), p. 22, 2001.
- CARVALHO, S. I. C.; BIANCHETTI, L. B.; RIBEIRO, C. S. C.; LOPES, C. A. Pimentas do Gênero *Capsicum* no Brasil. Brasília, DF: **Embrapa Hortaliças**, 2006.
- CHEN, Y. F.; ETHERIDGE, N.; SCHALLER, E. Ethylene signal perception. **Annals of Botany**, v. 95, p. 901-915, 2005.
- GOETZ, P.; JEUNE, R. L. *Capsicum annuum* et *Capsicum frutescens* piment. **Phytothérapie**, v.10, p. 126 - 130, 2012.
- HOYER, L. Critica ethylene exposure for *Capsicum annuum* "Janne" is dependent on an interaction between concentration, duration and developmental stage. **Journal of Horticultural Science**, v. 71, n. 4, p-621-628, 1996.
- LIMA, P. C. C.; RIBEIRO, W. S.; OLIVEIRA, M. M. T.; COSTA, L.C; FINGER, F.L. **Ethylene, 1-methylcyclopropene and silver thiosulfate on the post-production of ornamental pepper**. Ciência Rural, Santa Maria, v.47: 02, 2017.
- MACEDO, A. **Pimentas *Capsicum*: uma história de sucesso na cadeia produtiva de hortaliças**. Brasília – DF, n. 18, p. 9, 2015.
- MELO, A. M. T.; NASCIMENTO, W. M.; FREITAS, R. A. Produção de Sementes de Pimenta. In: NASCIMENTO, W. N. (Ed.). **Produção de Sementes de Hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa, 2014.

- NASCIMENTO, M. F.; RÊGO, E. R. NASCIMENTO, N. F. F.; SANTOS, R. M. C.; BRUCKNER, C. H.; FINGER, F. L.; RÊGO, M. M. Correlation between morfoagronomic traits and resistance to ethylene action in ornamental peppers. **Horticultura Brasileira**, v. 33, p. 151-154, 2015
- OLIVEIRA, M. M. T. **Resposta ao etileno e ação do 1-MCP e do STS na longevidade de pimenteiras ornamentais**. Viçosa- MG, 2015.
- PICKERSGILL, B. Genetic resources and breeding of *Capsicum* spp. **Euphytica**, v. 96, p.129 - 133, 1997.
- PICKERSGILL, B. Relationships between weedy and cultivated forms in some species of chili peppers (genus *Capsicum*). *Evolution*, v. 25, n. 4, p. 683-691, 1971.
- PINHEIRO, J. B.; AMARO, G. B.; PEREIRA, R. B. Nematoides em pimentas do gênero *Capsicum*. **Embrapa Hortaliças-Circular Técnica** (INFOTECA-E), 2012.
- PINTO, C. M. F. Cultivo da pimenta (*Capsicum* spp.). In: RÊGO, E. R.; FINGER, F. L.; RÊGO, M. M. (org). **Produção, Genética e Melhoramento de Pimentas (*Capsicum* spp.)**. 1 ed. Recife: Imprima, p.11-52, 2011.
- REGAN, E. M.; DOLE, J. M. Postharvest handling procedures of *Matthiola incana* ‘Vivas Blue’. **Postharvest Biology and Technology**, v. 58, p. 268-273, 2010.
- RÊGO, E. R.; FINGER, F. L.; NASCIMENTO, M. F.; BARBOSA, L. A. SANTOS, R. M. C. Pimenteiras ornamentais. In: **Produção Genética e melhoramento de pimentas (*Capsicum* spp.)**. p. 205-223, 2011.
- RÊGO, M. M.; SAPUCAY, M. J. L. C.; RÊGO, E. R.; ARAÚJO, E. R. Analysis of Divergence and Correlation of Quantitative Traits in Ornamental Pepper (*Capsicum* spp.). **Acta Horticulturae**, v.1087, p.389-394, 2015.
- RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M. Genetics and Breeding of Chili Pepper *Capsicum* spp. In: RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M.; FINGER, F. L. **Production and Breeding of Chilli Peppers (*Capsicum* spp.)**. Springer International Publishing Switzerland. 1-129, 2016.
- RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M. Ornamental pepper. In: **Van Huylbroeck, J. Ornamental crops**. Springer International Publishing Switzerland, 2018 (*in press*).

SANTOS, R. M. C.; NASCIMENTO, N. F. F.; RÊGO, E. R.; NASCIMENTO, M. F. BORÉM, A.; FINGER, F. L.; COSTA, D. S. Ethylene resistance in a F2 population of ornamental Chili Pepper (*Capsicum annuum*). **Acta Horticulturae**, v. 1000, p. 433-438, 2013.

SANTOS, R. M. C.; RÊGO, E. R.; FERREIRA, A. P. S; NASCIMENTO, M. F.; NASCIMENTO, N. F. F.; COCA, G. C.; RÊGO, M. M.; BORÉM, A.; FINGER, L. F. Inibition of ethylene action by 1-MCP in post-production Ornamental Peppers. **Acta Horticulturae**, v. 1060, p. 255-259, 2015.

SEGATTO, F. B.; Finger, F. L.; BARBOSA, J. G.; RÊGO, E. R.; PINTO, C. M. F. Effects of ethylene on the post-production of potted ornamental peppers (*Capsicum annuum*). **Acta Horticulturae**, v.1000, p. 217-222, 2013.

SEREK, M; Wolterring, E. J.; Sisler, E. C.; Frello S.; Sriskandarajah, S. Controlling ethylene responses in flowers at the receptor level. **Biotechnololy Advances**. 24: 368-381, 2006.

STOMMEL JR.; BOSLAND, P. Ornamental pepper. *Capsicum annuum*. In: ANDERSON, N. O. **Flower breeding and genetics: issues, challenges, and opportunities for the 21st Century**, ed. Dordrecht, Holanda: Springer. 561 – 599, 2006.

TAGLIACOZZO, G. M. D.; CASTRO, C. E. F. Manutenção da qualidade pós colheita em antúrios. In: **Congresso Brasileiro de Floricultura e Plantas Ornamentais**. Anais, São Paulo, p. 30, 2001.

CAPÍTULO I

Seleção de populações F₄ de pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum* L.) para caracteres morfoagronômicos e de resistência ao etileno

Seleção de população F4 de pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum* L.) para caracteres morfoagronômicos e de resistência ao etileno

RESUMO

As pimenteiras do gênero *Capsicum* são cultivadas em várias partes do mundo, sendo a *C. annuum*, a mais utilizada. Esta espécie apresenta diversidade para características morfoagronômicas que lhe confere diferentes potencialidades de uso, como o uso ornamental, devido seu valor estético como folhagem variegada, pequeno porte e frutos de coloração intensa. Durante o processo de comercialização das pimenteiras ornamentais, o etileno é capaz de provocar a degradação da clorofila e a abscisão de folhas, flores e frutos, o que leva a perda do valor comercial. Assim, o objetivo do estudo foi avaliar características morfoagronômicas e de resistência ao etileno de populações F4 de pimenteira ornamental (*Capsicum annuum* L.). O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação do Laboratório de Biotecnologia e Melhoramento Vegetal do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba (CCA-UFPB), Areia, Estado da Paraíba, Brasil. As plantas foram avaliadas quanto a 24 características de planta, flor, frutos e resistência ao etileno. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com três tratamentos e quinze repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância, com posterior separação das médias pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Dentro das populações estudadas é possível praticar seleção, para dar continuidade ao Programa de Melhoramento de Pimenteiras Ornamentais, tendo em vista a variabilidade genética encontrada. A população UFPB 56.8 apresentou susceptibilidade ao fitormônio etileno. Recomenda-se as populações UFPB17.15 e UFPB 17.18 como resistentes ao etileno e também como populações potenciais para ideótipo de pimenteira ornamental, com porte baixo e frutos pequenos.

Palavras-chave: *Capsicum annuum*, Melhoramento de plantas, Variabilidade.

Selection of F₄ population of ornamental peppers for morphoagronomic characters and resistance to ethylene

ABSTRACT

Capsicum peppers are grown in various parts of the world, with *C. annuum* being the most used. This species presents diversity for morphoagronomic characteristics that gives it different potentialities of use, such as ornamental use, due to its aesthetic value as variegated foliage, small size and fruits of intense color. During the commercialization process of ornamental pepper plants, ethylene is capable of causing chlorophyll degradation and the abscission of leaves, flowers and fruits, which leads to the loss of commercial value. Thus, the objective of this study was to evaluate morphogenomic and ethylene resistance characteristics of F₄ populations of ornamental pepper (*Capsicum annuum* L.). The experiment was carried out in a greenhouse of the Biotechnology and Plant Breeding Laboratory of the Center of Agrarian Sciences, Federal University of Paraíba (CCA-UFPB), Areia, Paraíba State, Brazil. Plants were evaluated for 24 plant, flower, fruit and ethylene resistance characteristics. The experimental design was completely randomized, with three treatments and fifteen repetitions. Data were subjected to analysis of variance, with subsequent separation of means by Tukey test, at 5% probability. Within the populations studied, it is possible to practice selection to continue the Ornamental Pepper Breeding Program, considering the genetic variability found. The UFPB 56.8 population showed susceptibility to ethylene phytohormonium. Populations UFPB17.15 and UFPB 17.18 are recommended as resistant to ethylene and also as potential populations for the ornamental pepper with small size and small fruits.

Keywords: *Capsicum annuum*, Plant breeding, Variability.

1. INTRODUÇÃO

Pimenteiras do gênero *Capsicum*, pertencem a família Solanaceae e possui como centro de origem e domesticação o continente americano (Dewitt e Bosland, 2009). Atualmente as pimenteiras encontram-se espalhadas pelo mundo (Ribeiro et al., 2008).

O gênero *Capsicum*, compreende cerca de 30 espécies, sendo cinco delas domesticadas e largamente cultivadas: *C. annuum* L., *C. chinense* Jacq., *C. frutescens* L. e *C. baccatum* L., todavia, a espécie *C. annuum* L. é a mais explorada por abranger pimentas, pimentões e cultivares ornamentais (Bosland, 1992; Pinheiro et al., 2012; Rêgo et al., 2012; Pereira et al., 2015).

Algumas espécies do gênero *Capsicum* podem ser utilizadas como plantas ornamentais, pois apresentam características que lhe concedem valor estético como folhagem variegada, pequeno porte, frutos de coloração intensa que contrastam com a folhagem, sendo também de um fácil cultivo, entre outras características (Carvalho et al., 2006; Rêgo e Rêgo, 2016). Estas particularidades facilitam a inserção de pimenteiras no mercado de plantas ornamentais (Rêgo et al., 2009; Finger et al., 2012, Silva Neto et al., 2014, Neitzke et al., 2016).

Diversos fatores podem afetar a vida útil de pós-produção de plantas ornamentais envasadas, incluindo exposição a baixa intensidade de luz, estresse hídrico, sendo a exposição ao etileno um dos mais importantes (Finger e Barbosa, 2006; Segatto, 2013).

Ao longo do crescimento de plantas ornamentais em estufas, instalações de transporte e armazenamento devido à ausência de ventilação adequada e lavagem, o etileno pode acumular-se a altas concentrações na atmosfera (Lima et al., 2017).

O etileno é capaz de provocar a degradação da clorofila e a abscisão de folhas, flores e frutos em muitas espécies de plantas ornamentais, incluindo as pimenteiras, o que leva a perda do valor comercial (Serek et al., 2006; Segatto et al., 2013). A concentração de etileno requerida para causar efeitos é dependente de vários fatores como o tempo de exposição, temperatura, estágio de desenvolvimento, sensibilidade da espécie ou variedade (Hoyer, 1996).

No Brasil, é comum que as flores e plantas ornamentais sejam transportadas das principais regiões produtoras até as distribuidoras em caminhões fechados, com pouca ou nenhuma refrigeração num percurso que dura em média de 36 a 48 horas (Nascimento, 2015). Durante a maior parte deste tempo, as pimenteiras são misturadas com muitas variedades de flores cortadas e em vasos e plantas de folhagem (Segatto et al., 2013).

Diante do exposto, o objetivo do estudo foi de avaliar características morfoagronômicas e de resistência ao etileno de populações F4 de pimenteira ornamental (*Capsicum annuum* L.).

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Laboratório de Biotecnologia e Melhoramento Vegetal localizado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA-UFPB), no município de Areia-PB.

Foi utilizada três populações (UFPB 17.15, UFPB 17.18, UFPB 56.8) de pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum* L.), pertencentes ao Banco de Germoplasma do CCA-UFPB, provenientes da autofecundação controlada da geração F3 e obtida do cruzamento entre os genitores UFPB77.2 x UFPB134.

As sementes foram colocadas para germinar em bandejas de isopor (poliestireno), contendo 180 células, preenchidas com substrato comercial Plantmax[®]. As plantas com seis folhas definitivas foram transplantadas para vasos de 900 ml, contendo o mesmo substrato, e mantidas em casa de vegetação até frutificação, com pelo menos, 50% dos frutos maduros, que corresponde ao ponto de comercialização de acordo com Nascimento et al. (2015).

Foram realizadas irrigações diárias e fertirrigações semanais com solução nutritiva. O tratamento fitossanitário foi realizado quando necessário, durante todo o ciclo, a fim de minimizar os danos causados por pragas e doenças.

As características quantitativas avaliadas foram altura da planta, diâmetro da copa, altura da primeira bifurcação, diâmetro do caule, comprimento da folha, largura da folha, comprimento do pedicelo, comprimento da corola, comprimento da antera, comprimento do filete, peso do fruto, comprimento do fruto, maior diâmetro do fruto, menor diâmetro do fruto, comprimento do pedúnculo, espessura do pericarpo, comprimento da placenta, teor de matéria seca do fruto e número de sementes por fruto.

Após atingirem ponto de comercialização, as plantas foram transferidas da casa de vegetação para o Laboratório de Biotecnologia e Melhoramento Vegetal do CCA/UFPB para contagem do número de folhas, botão floral, flores, frutos e teor de clorofila (*a* e *b*).

Após a contagem, as plantas foram armazenadas em câmaras herméticas com capacidade para 60L (Santos et al., 2013; Nascimento, 2015), as quais, foram colocadas em ambiente com temperatura de 25°C com 8-10 $\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$ de irradiância fornecida por lâmpada fluorescente branca. A aplicação do etileno foi feita com seringa graduada,

injetando-se o gás através de septos de silicone existentes nas câmaras, utilizando-se a concentração de $10\mu\text{L L}^{-1}$ (PPM).

As características avaliadas foram número de folhas, número de botões florais, número de flores, número de frutos, teor de clorofila *a* e teor de clorofila *b*, realizadas antes dos tratamentos e após aplicação do etileno num período de 24h, 48h, 72h e 96h. Os dados foram sistematizados por meio da porcentagem de perda total.

Os critérios adotados para a contagem foram: folhas expandidas que permanecessem nas plantas e frutos que se apresentassem viçosos, sem nenhum sinal de murcha (Oliveira, 2015), botões florais e flores que permaneceram na planta. As perdas de folhas, botões florais, flores e frutos foram expressas em porcentagem, em relação ao tempo zero, após a exposição (Nascimento et al., 2015a).

Para as variáveis clorofilas *a* e *b*, foram analisadas três folhas, completamente expandidas, escolhidas aleatoriamente na base, na altura intermediária e no ápice de cada planta, usando-se o clorofilaLOG Falker CFL1030®. As avaliações foram realizadas obedecendo-se o mesmo intervalo citado para as demais características.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com três tratamentos e quinze repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância, com posterior separação das médias pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Todas as análises foram realizadas com o software de computador GENES (Cruz, 2016).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se a ocorrência de diferenças significativas ($p \leq 0,01$) entre os tratamentos (populações) para as características avaliadas, altura da planta, altura da primeira bifurcação, diâmetro da copa, diâmetro do caule, comprimento da folha, largura da folha, comprimento da antera, comprimento do filete, peso do fruto, comprimento do fruto, maior diâmetro do fruto, comprimento da placenta, número de sementes por fruto e abscisão de folhas (Tabela 1). Também verificou significância ($p \leq 0,05$) para abscisão de flor e clorofila *b*.

Para as características, comprimento do pedicelo, espessura do pericarpo, menor diâmetro do fruto, teor de matéria seca, abscisão de botão floral, abscisão de fruto e clorofila *a*, não apresentaram efeito significativo.

Os coeficientes de variação (CV) das variáveis estudadas variaram entre os valores 8,16% e 46,89% para as características, abscisão de flor e clorofila *b*, respectivamente

(Tabela 1). Silva et al. (2011) relataram que os valores de CV variam conforme a característica, o acesso e a espécie estudada.

Tabela 1. Resumo da análise de variância (quadrados médios - QM) e coeficiente de variação (CV%) para as 24 características quantitativas de planta, flor, fruto e etileno em pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum* L.).

F.V.	G.L.	Características / Quadrados Médios					
		AP	APB	DDC	DCL	CFL	LFL
Populações	2	71,10**	41,85**	321,71**	0,02**	18,76**	0,39**
Resíduo	42	8,73	4,68	16,43	0,003	0,85	0,05
Total	44						
CV (%)	-	16,19	21,90	21,13	10,77	21,76	21,70

F.V.	G.L.	Características / Quadrados Médios					
		CDC	CAN	CFI	PFR	CFR	MADF
Populações	2	0,04 ^{ns}	0,03**	0,02**	0,22**	0,28**	0,12**
Resíduo	42	0,01	0,001	0,003	0,02	0,03	0,01
Total	44						
CV (%)	-	11,28	18,10	20,90	38,55	19,55	19,05

F.V.	G.L.	Características / Quadrados Médios					
		MEDF	CP	EP	CPL	TM	NSF
Populações	2	0,05 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,0003 ^{ns}	0,01**	0,0002 ^{ns}	297,80**
Resíduo	42	0,003	0,004	0,0004	0,02	0,0005	54,75
Total	44						
CV (%)	-	16,07	27,02	24,67	14,47	25,36	32,36

F.V.	G.L.	Características / Quadrados Médios					
		AF	ABF	AFL	AFR	Cloa	Clob
Populações	2	8614,91**	241,00 ^{ns}	207,70*	55,58 ^{ns}	118,88 ^{ns}	483,35*
Resíduo	42	114,37	268,61	59,81	52,00	94,94	129,72
Total	44						
CV (%)	-	20,55	18,16	8,16	15,97	43,98	46,89

AP (cm) - altura da planta; APB (cm) – altura da primeira bifurcação; DDC (cm) - diâmetro da copa; DCL (cm) – diâmetro do caule; CFL (cm) - comprimento da folha; LFL (cm) - largura da folha; CDC (cm) - comprimento da corola; CAN (cm) – comprimento da antera; CFI (cm) – comprimento do filete; PFR (g) - peso do fruto; CFR (cm) - comprimento do fruto; MADF (cm) - diâmetro do fruto maior; MEDF (cm) – diâmetro do fruto menor; CP (cm) – comprimento do pedúnculo; EP (cm) – espessura do pericarpo; CPL (cm) – comprimento da placenta; TMS (%) – Teor de matéria seca do fruto; NSF – número de sementes por fruto; AF (%) - Abscisão de folhas; ABF (%) – Abscisão de botão floral; AFL (%) – Abscisão de flor; AFR(%) – Abscisão de frutos; Cloa (%) – Clorofila *a* e Clob (%) – Clorofila *b*.

Para as características altura da planta, diâmetro da copa, largura da folha, peso do fruto, comprimento do fruto, maior diâmetro do fruto e abscisão das folhas, as populações UFPB17.15 e UFPB17.18 (Tabela 2), apresentaram os melhores desempenho para essas características, ou seja, os menores valores. Plantas de porte baixo e frutos pequenos são ideais para pimenteiras ornamentais (Bosland, 1993; Pessoa et al., 2018), além dessas características, plantas com menor diâmetro da copa são desejáveis em pimenteira com essa finalidade, visto que tem que considerar a relação entre a arquitetura da planta e o tamanho do vaso (Mesquita et al., 2016). Barroso et al. (2012), relataram que a

combinação entre a arquitetura da planta e o tamanho do vaso é importante na indicação de pimenteira ornamental, sendo que a altura da planta e o diâmetro da copa devem ser de 1,5 a 2 vezes o tamanho do vaso.

Para as características de frutos, os valores observados para as características peso do fruto, comprimento do fruto e maior diâmetro do fruto são desejáveis (Tabela 2). Em pimenteiras ornamentais é recomendado plantas com frutos menores, pois destacam na folhagem (Bosland, 1993; Sudré et al., 2005; Büttow et al. 2016).

As populações UFPB17.15 e UFPB17.18 apresentaram as menores porcentagens de abscisão foliar (34,78 e 41,90%, respectivamente). Segundo Segatto et al. (2013) diversos fatores fisiológicos entre eles o etileno, age induzindo abscisão de folhas, esse estresse pode ocasionar redução da vida de prateleira o que não é de interesse para pimenteiras ornamentais.

Na população UFPB56.8 as características altura da primeira bifurcação, diâmetro do caule, comprimento da folha, comprimento da antera, comprimento do filete, número de sementes e clorofila *b*, apresentaram-se desejáveis para pimenteira ornamental. Diâmetro do caule é uma característica importante para seleção de genótipos, uma vez que ele deve suportar o peso da planta e dos frutos (Ferreira et al., 2015). Em pimenteiras ornamentais também é importante que as plantas apresentem folhas menores. Rêgo et al., (2012b) relataram que folhas menores melhoram a visualização de flores e frutos nas plantas.

Tabela 2 - Médias de características quantitativas de porte, flor, fruto e sensibilidade ao etileno avaliados em três famílias de pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum*).

Genótipos /UFPB	Características							
	AP	APB	DDC	DCL	CFL	LFL	CAN	CFI
17.18	16,74b	10.96a	17,14b	0,52b	4,88a	0,99b	0,27a	0,29a
17.15	17,24b	10.73a	15,91b	0,50b	4,90a	1,00b	0,26a	0,30a
56.8	20,74a	7.96b	24,48a	0,57a	2,94b	1,28a	0,19b	0,23b
Genótipos /UFPB	Características							
	PFR	CFR	MADF	CPL	NSF	AF	AFL	Clob
17.18	0,39b	0,85b	0,61b	0,55a	20,6b	41,90b	90,62b	30,81a
17.15	0,36b	0,87b	0,63b	0,52a	20,0b	34,78b	95,50ab	21,60ab
56.8	0,58a	1,10a	0,78a	0,58a	28,0a	79,39a	97,92a	20,45b

AP (cm) - altura da planta; APB (cm) – altura da primeira bifurcação; DDC (cm) - diâmetro da copa; DCL (cm) – diâmetro do caule; CFL (cm) - comprimento da folha; LFL (cm) - largura da folha; CAN (cm) – comprimento da antera; CFI (cm) – comprimento do filete; PFR (g) - peso do fruto; CFR (cm) - comprimento do fruto; MADF (cm) - diâmetro do fruto maior; CPL (cm) – comprimento da placenta; SF – número de sementes por fruto; AF (%) - Abscisão de folhas; AFL – Abscisão de flores (%) e CloB (%) – Clorofila *b*.

4. CONCLUSÃO

Existe variabilidade genética entre as populações F₄ de pimenteiras ornamentais.

A população UFPB56.8 apresentou-se susceptível ao fitormônio etileno.

Recomenda-se as populações UFPB17.15 e UFPB17.18 como resistentes ao etileno e também como populações potenciais para ideótipo de pimenteira ornamental, com porte baixo e frutos pequenos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROSO, P.A.; RÊGO, E.R.; RÊGO, M.M.; NASCIMENTO, K. S.; NASCIMENTO, N. F. F.; NASCIMENTO, M.F.; SOARES, W.S.; FERREIRA, K. T. C.; OTONI, W. C. Analysis of segregating generation for components of seedling and plant height of pepper (*Capsicum annuum*) for medicinal and ornamental purposes. **Acta Horticulturae**, v. 953, p. 269-275. 2012.
- BOSLAND, P. W. Capsicum: Innovative uses of an ancient crop. **Progress in new crops**. ASHS Press, Arlington, VA, p. 479-487. 1992.
- BOSLAND P. W. Breeding for quality *Capsicum*. **Capsicum and Eggplant Newsletter**. v. 12, p. 25-31, 1993.
- CARVALHO, S. I. C.; BIANCHETTI, L. B.; RIBEIRO, C. S. C.; LOPES, C. A. Pimentas do Gênero *Capsicum* no Brasil. Brasília, DF: **Embrapa Hortaliças**, 2006.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. S. C. **Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético**. Ed. 4, Editora UFV, p. 514, 2012.
- De Witt, D.; Bosland, P.W. **The complete chilli pepper book: a gardeners guide to choosing, growing, preserving and cooking**. London: Timber Press., 2009. 336p.
- FERREIRA, K. T. C.; RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M.; FORTUNATO, F. L. G. Combining Ability for Morpho-Agronomic Traits in Ornamental Pepper. **Acta Horticulturae**, v. 1087, p. 187-194, 2015.
- FINGER, F. L.; BARBOSA, J. G. Postharvest physiology of cut flowers. In: NOUREDDINE, B.; NORIO, S. (Ed.). **Advances in Postharvest Technologies for Horticultural Crops**. **Kerala: Research Signpost**, p. 373-393, 2006.
- FINGER, F.L.; RÊGO, E.R.; SEGATTO, F.B.; NASCIMENTO, N.F.F. & RÊGO, M.M. Produção e potencial de mercado para pimenta ornamental. **Informe Agropecuário**, p.33:14-20, 2012.
- FORTUNATO, F. L. G.; RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M.; SANTOS, C. A. P.; CARVALHO, M. G. Heritability and Genetic Parameters for Size-Related Traits in Ornamental Pepper (*Capsicum annuum* L.). **Acta Horticulturae**, v.1087, p. 201 - 206, 2015.
- HOYER, L. Critical ethylene exposure for *Capsicum annum* "Janne" is dependent on an interaction between concentration, duration and developmental stage. **Journal of Horticultural Science**, v. 71, n. 4, p-621-628, 1996.
- LIMA, P. C. C.; RIBEIRO, W. S.; OLIVEIRA, M. M. T.; COSTA, L. C.; FINGER, F. L. Ethylene, 1-methylcyclopropene and silver thiosulfate on the post-production of ornamental pepper. **Ciência Rural**, v. 47, n. 2, 2017.
- MELO, A. M. T.; NASCIMENTO, W. M.; FREITAS, R. A. Produção de Sementes de Pimenta. In: NASCIMENTO, W. N. (Ed.). **Produção de Sementes de Hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa, 2014.
- NASCIMENTO, N. F. F.; RÊGO, E. R.; NASCIMENTO, M. F.; FINGER, F. L.; BRUCKNER, C. H.; RÊGO, M. M. Heritability and variability for port traits in a

segregating generation of ornamental pepper. **Acta Horticulturae**, v. 953, p. 299-304, 2012.

NASCIMENTO, M. F.; RÊGO, E. R. NASCIMENTO, N. F. F.; SANTOS, R. M. C.; BRUCKNER, C. H.; FINGER, F. L.; RÊGO, M. M. Correlation between morfoagronomic traits and resistance to ethylene action in ornamental peppers. **Horticultura Brasileira**, v. 33, p. 151-154, 2015.

NASCIMENTO, N. F. F. Variabilidade, correlação, análise de trilha e fatores de sensibilidade ao etileno em pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum* L.). Tese (doutorado). Universidade Federal de Viçosa, 2015.

OLIVEIRA, M. M. T. **Resposta ao etileno e ação do 1-MCP e do STS na longevidade de pimenteiras ornamentais**. Viçosa- MG, 2015.

PEREIRA, I. S.; BARRETO, F. Z.; BALSALOBRE, T. W. A.; SALA, F. C.; COSTA, C. P.; CARNEIRO, M. S. Validação de marcadores moleculares associados à pungência em pimenta. **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 2, p.189-195, 2015.

PESSOA, A. M. S.; RÊGO, E. R.; CARVALHO, M. G.; SANTOS, C. A. P.; RÊGO, M. M. Genetic diversity among accessions of *Capsicum annuum* L. through morphoagronomic characters. **Genetics and Molecular Research**, v. 17, n. 1, 2018.

PINHEIRO, J. B.; AMARO, G. B.; PEREIRA, R. B. Nematoides em pimentas do gênero *Capsicum*. Circular Técnica n. 104, **Embrapa**: Brasília – DF. Out. 2012.

RÊGO, E. R.; FINGER, F. L.; NASCIMENTO, M. F.; BARBOSA, L. A.; SANTOS, R. M. C. Pimenteiras ornamentais. In: **Produção Genética e melhoramento de pimentas (*Capsicum* spp.)**. p. 205-223, 2011.

RÊGO, E. R.; SANTOS, R. M. C.; RÊGO, M. M.; NASCIMENTO, N. F. F.; NASCIMENTO, M. F.; BAIRRAL, M. A. Quantitative and multicategoric descriptors for phenotypic variability in a segregating generation of ornamental peppers. **Acta Horticulturae**, n. 937, p. 289-296, 2012.

RÊGO, E. R.; FORTUNATO, F. L. G.; NASCIMENTO, M. F.; NASCIMENTO, N. F. F.; RÊGO, M. M.; FINGER, F. L. Inheritance for earliness in ornamental peppers (*Capsicum annuum*). **Acta horticulturae**, n. 961, p. 405, 2012.

RÊGO E. R, RÊGO M. M. Genetics and Breeding of Chili Pepper *Capsicum* spp. In: RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M.; FINGER, F. L. **Production and Breeding of Chilli Peppers (*Capsicum* spp.)**. Springer International Publishing Switzerland. p. 1-129, 2016.

RIBEIRO, C. S, C.; LOPES, C. A.; CARVALHO, S. I. C.; HENZ, G. P.; REIFSCHNEIDES, F. J. B. **Pimentas *Capsicum***. Brasília: EMBRAPA, p. 200, 2008.

SEGATTO, F. B.; FINGER, F. L.; BARBOSA, J. G.; RÊGO, E. R.; PINTO, C. M. F. Effects of ethylene on the post-production of potted ornamental peppers (*Capsicum annuum* L.). **Acta Hort.** n. 1000, p. 217-222, 2013.

SANTOS, R. M. C.; NASCIMENTO, N. F. F.; RÊGO, E. R.; NASCIMENTO, M. F. BORÉM, A.; FINGER, F. L.; COSTA, D. S. Ethylene resistance in a F2 population of

ornamental Chili Pepper (*Capsicum annuum*). **Acta Horticulturae**, v. 1000, p. 433-438, 2013.

SILVA NETO, J. J.; RÊGO, E. R.; NASCIMENTO, M. F.; SILVA FILHO, V. A. L.; ALMEIDA NETO, J. X.; RÊGO, M. M. Variability in a base population of pepper (*Capsicum annuum* L.). **Revista Ceres**, v. 61, n. 1, p. 84-89, 2014.

SUDRÉ, C. P.; RODRIGUES, R.; RIVA, E. M.; KARASAWA, M.; AMARAL JR., A. T. Divergência genética entre acessos de pimenta e pimentão utilizando técnicas multivariadas. **Horticultura Brasileira**. n. 23, p. 22-27, 2005.

CAPÍTULO II

Efeitos do etileno na pós-produção de populações F₆ de pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum* L.)

Efeitos do etileno na pós-produção de populações F₆ de pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum* L.).

RESUMO

O gênero *Capsicum* possui um grande número de variedades de pimenteiras, que são utilizadas para diferentes finalidades, dentre elas a comercialização de plantas ornamentais em vaso. O mercado de varejo para esse tipo de pimenteiras exige o desenvolvimento de um maior número de cultivares comerciais com uma vida útil estendida de pós-produção. A exposição ao etileno causa efeitos adversos na pós-produção de plantas ornamentais. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da exposição ao etileno na pós-produção de genótipos de pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum*). O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação no Laboratório de Biotecnologia e Melhoramento Vegetal do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba (CCA-UFPB), Areia, Estado da Paraíba. A abscisão de botões florais, flores, folhas e frutos foram avaliadas às 0, 48, 72 e 96 horas após a exposição a 10 µL L⁻¹ do fitormônio etileno. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, seguindo de parcela subdividida, sendo oito populações e duas testemunhas, avaliadas em três tempos 48, 72 e 96 horas após a exposição ao etileno. Cada tratamento foi composto por dez repetições. As populações foram avaliadas pelo teste de teste de Skott-Knott a 1% de probabilidade para comparações de médias, enquanto os tempos foram analisadas por análise de regressão. Todas as análises genéticas e estatísticas foram procedidas com o auxílio do programa GENES. Os resultados mostraram que as populações respondem de forma diferente à exposição ao etileno, para as variáveis abscisão de folhas e teor de clorofila *a* e *b*. A população 55.50.4.1 e os parentais UFPB77.3 e UFPB134 apresentaram-se susceptíveis ao etileno. Recomenda a seleção das populações 56.8.24.1; 56.26.15.1 e 56.26.34.1 para dar continuidade ao programa de melhoramento de pimenteiras ornamentais por apresentarem resistentes ao etileno.

Palavras-chave: Abscisão, Tolerância ao etileno, Variabilidade.

Effects of ethylene on post production of F6 populations of ornamental pepper
(*Capsicum annuum* L.).

ABSTRACT

The genus *Capsicum* has a large number of pepper varieties, which are used for different purposes, including the commercialization of potted ornamental plants. The retail market for this type of pepper requires the development of a larger number of commercial cultivars with an extended post-production life. Exposure to ethylene causes adverse effects on ornamental plants post production. Given the above, the objective of this work was to evaluate the effects of ethylene exposure on post-production of ornamental pepper (*Capsicum annuum*) genotypes. The experiment was carried out in a greenhouse at the Biotechnology and Plant Breeding Laboratory of the Center for Agricultural Sciences, Federal University of Paraíba (CCA-UFPB), Areia, Paraíba State. The abscission of flower buds, flowers, leaves and fruits were evaluated at 0, 48, 72 and 96 hours after exposure to 10 μ L L⁻¹ of ethylene phythormonium. A completely randomized design was used, followed by a split plot, eight populations and two witnesses, evaluated at three times 48, 72 and 96 hours after exposure to ethylene. Each treatment consisted of ten repetitions. Populations were evaluated by the Skott-Knott test at 1% probability for mean comparisons, while times were analyzed by regression analysis. All genetic and statistical analyzes were performed with the aid of the GENES program. The results showed that populations respond differently to ethylene exposure for leaf abscission and chlorophyll a and b. The population 55.50.4.1 and the parents UFPB77.3 and UFPB134 were susceptible to ethylene. Recommends population selection 56.8.24.1; 56.26.15.1 and 56.26.34.1 to continue the program for breeding ornamental pepper because they are resistant to ethylene.

Keywords: Abscission, Ethylene tolerance, Variability.

1. INTRODUÇÃO

Pimenteiras do gênero *Capsicum* são uma parte importante da biodiversidade vegetal brasileira com um grande número de variedades que diferem em tipo, cor, tamanho e sabor, têm sido utilizadas para diferentes finalidades, principalmente como condimento, mas a comercialização como vasos de plantas ornamentais tem aumentado na última década (Stommel e Bosland, 2006; Pereira e Rodrigues, 2005; Nascimento et al., 2012).

O mercado de varejo para esse tipo de pimenteiras exige o desenvolvimento de um maior número de cultivares comerciais com características ornamentais adequadas, bem como uma vida útil estendida de pós-produção (Nascimento et al., 2015).

Existem sérios obstáculos que afetam a qualidade e o prazo de validade das plantas ornamentais ou na fase de pós-produção, incluindo exposição a baixa intensidade de luz, estresse hídrico e com especial atenção aos efeitos adversos quando expostos ao etileno (Hoyer, 1996; Finger e Barbosa, 2006; Segatto et al., 2013).

Pequenas concentrações de etileno no meio ambiente, 10µl/l, afetam a qualidade pós-colheita de espécies ornamentais de *Capsicum annuum* (Segatto, et al., 2013), fator preocupante, tendo-se em vista, que a comercialização de pimenteiras ornamentais vem aumentando expressivamente em todo o mundo (Finger et al., 2012).

Em pimenteiras ornamentais, o etileno provoca uma série de respostas deletérias, dentre elas, a abscisão de frutos e folhas. No entanto, outras implicações negativas são visíveis, como a aceleração da degradação da clorofila e o processo de senescência (Beaudry & Kays, 1998; Krajayklang et al., 2000; Brackmann et al., 2004; Segatto et al., 2013).

Em geral, o etileno sozinho é um dos principais fatores responsáveis pela redução da longevidade de muitas plantas ornamentais, especialmente quando expostas ao gás durante o transporte e armazenamento (Nascimento et al., 2015). Os efeitos desfavoráveis do etileno nas variedades sensíveis são um dos principais fatores que limitam a comercialização de pimenteiras ornamentais (Segatto et al., 2013).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi o de avaliar os efeitos da exposição ao etileno na pós-produção de populações F₆ de pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum* L.).

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Biotecnologia e Melhoramento

Vegetal, localizado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA-UFPB), no município de Areia-PB.

Foram utilizadas dez populações (UFPB 77.3, UFPB 134, 17.15.4.1, 17.15.48.1, 55.50.4.1, 55.50.44.1, 56.8.24.1, 56.26.15.1, 56.26.33.1, 56.26.34.1) de pimenteira ornamental (*Capsicum annuum* L.), pertencentes ao Banco de Germoplasma do CCA-UFPB, provenientes da autofecundação controlada da geração F₅ e obtida do cruzamento entre os genitores UFPB 77.3 x UFPB 134.

As sementes foram colocadas para germinar em bandejas de isopor (poliestireno), contendo 180 células, preenchidas com substrato comercial Plantmax[®]. As plantas com seis folhas definitivas foram transplantadas para vasos de 900 ml, contendo o mesmo substrato, e mantidas em casa de vegetação até frutificação, com pelo menos, 50% dos frutos maduros, que corresponde ao ponto de comercialização de acordo com Nascimento et al. (2015). Foram realizadas irrigações diárias e fertirrigações semanais com solução nutritiva, o tratamento fitossanitário foi realizado quando necessário, durante todo o ciclo, a fim de minimizar os danos causados por pragas e doenças.

Quando atingiram ponto de comercialização, as plantas foram transferidas da casa de vegetação para o laboratório de Biotecnologia da UFPB, para contagem de folhas, botão floral, flor, frutos e teor de clorofilas (*a* e *b*). Após a contagem, as plantas foram armazenadas em câmaras herméticas com capacidade para 60L (Santos et al., 2013; Nascimento, 2015), as quais, foram colocadas em ambiente com temperatura de 25° C. A aplicação do etileno foi feita com seringa graduada, injetando-se o gás através de septos de silicone existentes nas câmaras, utilizando-se a concentração de 10µl/l.

As variáveis avaliadas foram folhas, botão floral, flor, frutos, clorofila *a* e *b*, foram realizadas antes dos tratamentos, após um período de 48h, 72h e 96h (tempo necessário para que a planta comece a apresentar perda de valor comercial). O critério para a contagem foi folhas, botão floral e flores que permaneceu nas plantas e os frutos que se apresentem viçosos, sem nenhum sinal de murcha (Oliveira, 2015). As perdas de folhas, botão floral, flor e frutos foram expressas em porcentagem, em relação ao tempo zero, após a exposição (Nascimento et al., 2015).

Para as variáveis clorofila *a* e *b*, foram analisadas 3 folhas, completamente expandidas, escolhidas aleatoriamente uma folha da base, da altura intermediária e do ápice de cada planta, utilizando o ClorofiLOG[®]. As avaliações foram realizadas obedecendo-se o mesmo intervalo citado para folhas e frutos.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, seguindo o arranjo em parcela subdividida, sendo oito populações e duas testemunhas, avaliadas em três tempos 48, 72 e 96 horas após a exposição ao etileno. Cada tratamento foi composto por dez repetições. Os dados foram submetidos a análise de variância, usando o teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade, para o agrupamento de médias, com posterior regressão. Todas as análises genéticas e estatísticas foram procedidas com o auxílio do programa GENES (Cruz, 2018).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se interação significativa ($p \leq 0,01$) entre os dois fatores (populações x tempo) para as características abscisão de folha e clorofila *b*, também para clorofila *a* ($p \leq 0,05$) (Tabela 1). Estes resultados demonstram que as populações de pimenteiras ornamentais se comportaram diferente para estas características nos diferentes tempos de exposição ao etileno. Santos et al. (2015) estudando a inibição da ação do etileno por 1-MCP na pós-produção de pimenteiras ornamentais, observou interação significativa entre população x tempo apenas para abscisão de folhas.

A característica abscisão de botão floral apresentou significância para populações e tempo. Já as demais variáveis evidenciaram significância para o tempo de exposição das plantas ao etileno (Tabela 1). Evidenciando que a exposição das plantas a concentração de 10µl/l de etileno durante o tempo de 48 horas é suficiente para a perda do valor estético das pimenteiras ornamentais. O etileno através de diversos fatores, incluindo o tempo de exposição, é capaz de induzir degradação da clorofila e abscisão de folhas, flores e frutos em muitas espécies de plantas ornamentais, incluindo pimenteiras (Hoyer, 1996; Segatto et al., 2013).

Tabela 1. Resumo da análise de variância para as características abscisão de folhas (AF); abscisão de botão floral (ABF); abscisão de flor (AFL); abscisão de fruto (AFR); clorofila *a* (C_{loa}) e *b* (C_{lob}) em populações F6 de pimenteiras ornamentais.

F. V.	Características/Quadrado Médio		
	AF	ABF	AFL
Família	471,11 ^{ns}	11053,63*	5460,30 ^{ns}
Erro A	501,22	4621,45	3590,46
Tempo	55030,19**	6943,25**	913,62**
Populações x Tempo	247,61**	147,04 ^{ns}	138,93 ^{ns}
Erro B	94,62	296,61	125,65
F. V.	Características/Quadrado Médio		
	AFR	C _{loa}	C _{lob}
Família	713,22 ^{ns}	216,77 ^{ns}	152,14 ^{ns}

Erro A	601,07	368,53	472,50
Tempo	765,62**	15302,6**	18364,65**
Populações x Tempo	44,13 ^{ns}	208,65*	242,12**
Erro B	39,09	121,69	103,54

^{ns} Não significativo, ** e * Significativo a 1% e 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

As populações estudadas apresentaram variações (Tabela 2) quanto a susceptibilidade ao etileno para as variáveis abscisão de folhas e teor de clorofila *a* e *b*. Verificou-se maior perda das variáveis citadas com o aumento do tempo após a exposição das plantas ao etileno.

Para a variável abscisão foliar, a população 56.26.33.1 apresentou já no primeiro tempo avaliado (48 horas) uma elevada percentagem de perda de folhas (44,26%), evidenciando assim maior susceptibilidade em relação as demais populações estudadas (Tabela 2).

Para os tempos 72 e 96 horas a população 56.26.33.1 também apresentou percentagem de perda elevada de 65,65 e 79,47, respectivamente. Comportamento semelhante, nesses tempos, foram observados nos parentais UFPB 77.3, UFPB 134 e nas populações 17.15.4.1 e 55.50.4.1 (Tabela 2). Já a população 56.26.34.1 exibiu uma menor taxa de perda nos referidos tempos citados (52,72 e 68,46%, respectivamente). Finger et al. (2015) e Oliveira (2015) estudando sensibilidade ao etileno em pimenteiras ornamentais, também observaram abscisão foliar, quando estas foram expostas as mesmas concentrações do fitormônio.

As populações 56.26.15.1 e 56.26.34.1, exibiram menores taxas de abscisão foliar (29,53, 50,92 e 69,59%; 33,02, 52,72 e 68,46, respectivamente) (Tabela 2) para os tempos avaliados (48, 72 e 96 horas), sendo de interesse para avaliações posteriores. A vida de vaso das plantas ornamentais diminui com a abscisão foliar, tornando um fator limitante para o crescimento deste mercado, sendo necessária a seleção de plantas com menor abscisão foliar mesmo que diante da ação do etileno (Nascimento, 2015).

Para o tempo de 48 horas, as populações 17.15.4.1 e 17.15.48.1 apresentaram maiores percentagem de degradação de clorofila *a* (13,57 e 15,26, respectivamente). Já para clorofila *b*, os maiores valores de perda foram encontrados para o parental UFPB 134 e nas populações 17.15.4.1, 17.15.48.11, 55.50.44.1, 56.8.24.1 e 56.26.34.1 (Tabela 2).

O parental UFPB 77.3 apresentou maior degradação de clorofila *a* (23,03) para o tempo de 72 horas. Para este mesmo tempo os parentais UFPB 77.3 e UFPB 134 e as

populações 17.15.4.1, 55.50.44.1, 56.8.24.1, 56.26.33.1 exibiu maiores valores para degradação de clorofila *b*.

A população 55.50.4.1 expressou maior degradação de clorofila *a* e *b* após 96 horas de exposição das plantas ao etileno, chegando à percentagem de 53,12 e 56,94% respectivamente. Segatto (2007) em seu estudo com pimenteiras ornamentais observou que houve redução nos níveis de clorofila total para todos os genótipos avaliados independente da concentração (1 ou 10 µL/L de etileno) e do tempo de exposição.

Segundo Oliveira (2015) independente da planta e do tratamento aplicado, quando expostas a ação do hormônio etileno, as plantas apresentam impacto negativo a coloração verde das folhas, conduzindo ao amarelecimento e a perdas de valor comercial.

Tabela 2. Média das porcentagens acumuladas de abscisão de folha e degradação de clorofila *a* e *b* das populações F₆ x tempo de exposição ao etileno em *Capsicum annuum*.

Características	Populações	Tempo (horas)		
		48	72	96
AF	UFPB 77.3	26.58Cb	61.77Ba	83.47Aa
	UFPB 134	23.68Bb	68.65Aa	86.56Aa
	17.15.4.1	31.60Bb	60.14Ba	76.67Aa
	17.15.48.1	31.77Cb	55.85Bb	77.59Aa
	55.50.4.1	34.31C	60.30Aa	84.45Aa
	55.50.44.1	29.32Bb	56.87Bb	76.24Aa
	56.8.24.1	31.91Cb	56.34Ab	80.75Aa
	56.26.15.1	29.53Bb	50.92Ab	69.56Ab
	56.26.33.1	44.56Ba	65.65Aa	79.47Aa
	56.26.34.1	33.02Bb	52.72Ab	68.46Ab
Cloa	UFPB 77.3	10.54Ba	23.03Ba	36.58Ab
	UFPB 134	9.14Ba	21.41Aa	31.93Ab
	17.15.4.1	13.57Aa	21.32Aa	28.89Ab
	17.15.48.1	15.26Aa	20.40Aa	30.32Aa
	55.50.4.1	10.04Ba	18.68Ba	53.12Ab
	55.50.44.1	9.57Ba	19.16Ba	37.52Ab
	56.8.24.1	10.01Ba	17.22Ba	31.37Ab
	56.26.15.1	6.45Ba	14.67Ba	31.12Ab
	56.26.33.1	8.74Aa	18.78Aa	30.60Ab
	56.26.34.1	9.10Ba	15.71Ba	35.22Ab
Clob	UFPB 77.3	12.21Ba	26.99Ba	48.38Aa
	UFPB 134	18.05Aa	30.23Aa	39.45Ab
	17.15.4.1	15.21Aa	27.31Aa	37.10Ab
	17.15.48.1	13.83Aa	24.38Aa	34.65Ab
	55.50.4.1	10.44Ba	22.93Ba	56.94Aa
	55.50.44.1	14.84Ba	26.44Ba	42.09Ab
	56.8.24.1	13.16Aa	27.91Aa	33.47Ab
	56.26.15.1	12.77Ba	25.23Ba	40.48Ab
	56.26.33.1	11.68Aa	26.16Aa	32.95Ab
	56.26.34.1	13.14Ba	23.36Ba	40.64Ab

Letras minúsculas representam os tempos. Letras maiúsculas representam as famílias.

No período de 48 horas de exposição ao fitormônio, as variáveis analisadas apresentaram baixa taxa de abscisão. Após 96 horas de exposição ao etileno houve uma taxa de abscisão de botão floral de 38,16% (Tabela 3).

No tempo de 96 horas foi exibida uma taxa de abscisão floral de 19% (Tabela 3), Ribeiro et al. (2018) estudando a Eficiência de 1-MCP na qualidade de pimentas ornamentais, observaram 100% de abscisão floral. Para Aloni et al. (1991) a abscisão de flores é o processo responsável pela redução da produção em pimenta.

Durante os tempos avaliados (48, 72 e 96 horas) as plantas apresentaram baixa taxa de abscisão de frutos. Finger et al. (2015) estudando a ação do 1-MCP e do etileno em pimentas ornamentais de vaso, observaram que a queda de frutos, especialmente para a cultivar Calypso, era nula no tempo referente a 48h de exposição ao etileno, dados similares aos encontrados neste trabalho uma vez que o tempo de exposição de 48h apresentou apenas 3,33% (Tabela 3) da abscisão de frutos nas plantas avaliadas.

Tabela 3. Médias das variáveis quantitativas dos tempos da ação do etileno em dez populações F₆ de pimentas ornamentais *Capsicum annuum*.

Tempo	Abscisão de Botão Floral	Abscisão de Flor	Abscisão de Fruto
48h	22.36b	13.68b	3.33b
72h	34.85a	18.83a	7.26a
96h	38.16a	19.00a	8.67a

Na análise de regressão (Figura 1), para os diferentes tempos de exposição ao etileno avaliados, verificou-se o aumento gradual da taxa de abscisão de botão floral, flor e fruto das populações estudadas. A concentração de etileno que causa estes efeitos é dependente de fatores como o tempo de exposição, temperatura, estágio de desenvolvimento e sensibilidade da espécie ou variedade (Hoyer, 1996; Segatto et al., 2013).

Para a variável abscisão de botão floral, os parentais UFPB 77.3 e UFPB 134 com tempo estimado de 83 e 87 horas após a exposição ao etileno apresentaram maior taxa de abscisão calculado (70,94 e 70,69%, respectivamente) (Figura 1A e 1B) em relação as demais populações avaliadas.

O parental UFPB 77.3 exibiu a maior taxa de abscisão floral em relação as demais populações. No tempo calculado de 84 horas, observando máxima perda estimada de 51% como mostra a Figura 1 (A). Em *Kalanchoë blossfeldiana* Poelln (flor da fortuna), a

sensibilidade ao etileno variou entre cultivares e a abscisão floral (chegando até 80%) foi influenciada pelo tempo de exposição (após 24 h de exposição ao etileno plantas tiveram murcha e senescência floral irreversíveis) (Serek & Reid, 2000).

A população 56.26.15.1 apresentou baixa taxa de abscisão de fruto após a exposição ao fitormônio. Após 94 horas, essa população exibiu porcentagem estimada de 6,25% de abscisão de frutos, como mostra a Figura 1 (H). A abscisão de frutos é mais um dos problemas fisiológicos decorrentes da ação deletéria do etileno nas plantas (Ferrante e Francini, 2006; Segatto et al., 2013). As pimenteiras são consideradas plantas ornamentais de fruto (Santos et al., 2013) e a abscisão destes pode causar perda no valor comercial e consequente redução da vida de vaso (Nascimento, 2015).

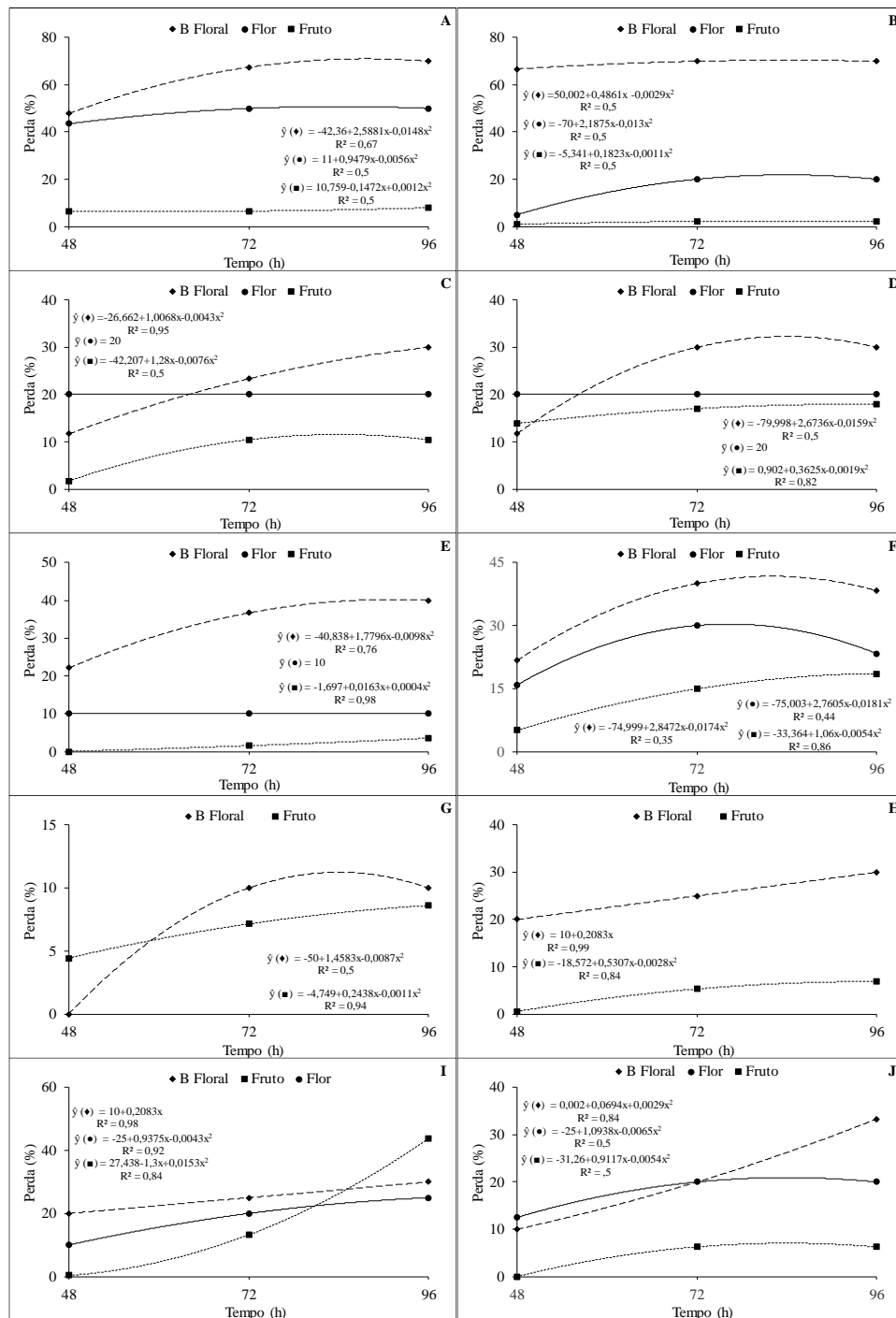


Figura 1. Abscisão de botão floral, flor e fruto após a aplicação de 10 µL/L de etileno pelo período de 48 h, (A) UFPB 77.3; (B) UFPB 134; (C) 17.15.4.1; (D) 17.15.48.1; (E) 55.50.4.1; (F) 55.50.44.1; (G) 56.8.24.1; (H) 56.26.15.1; (I) 56.26.33.1; (J) 56.26.34.1.

Para a variável abscisão de botão floral as populações apresentaram níveis de sensibilidade ao etileno diferentes. Os parentais UFPB 77.3 e UFPB 134 exibiram maior taxa de abscisão de botão floral em relação as demais populações, 61,75 e 68,88%, respectivamente. Já a população 56.8.24.1 (Tabela 4) foi a população que apresentou a

menor taxa de abscisão de botão floral. Segundo Woltering et al. (1996) muito etileno no ar circundante causa secamento do botão floral.

Para as variáveis estudadas, as populações 56.8.24.1; 56.26.15.1 e 56.26.34.1 apresentaram maior resistência ao fitormônio etileno, sendo estas de interesse para dar continuidade ao programa de melhoramento.

Tabela 4. Médias da abscisão de botão floral em populações F₆ de *Capsicum annuum* L. submetidas ao etileno.

Populações	Abscisão de Botão Floral
UFPB 77.3	61.75a
UFPB 134	68.88a
17.15.4.1	21.66b
17.15.48.1	23.88b
55.50.4.1	32.91b
55.50.44.1	33.33b
56.8.24.1	6.66b
56.26.15.1	25.00b
56.26.33.1	21.11b
56.26.34.1	22.74b

4. CONCLUSÕES

As folhas apresentaram-se mais sensíveis a ação do etileno, enquanto que os frutos mostraram-se mais resistentes.

A população 55.50.4.1 e os parentais UFPB 77.3 e UFPB 134 apresentaram-se susceptíveis ao fitormônio etileno, diminuindo assim a longevidade.

As populações 56.8.24.1; 56.26.15.1 e 56.26.34.1 são indicadas para dar continuidade ao programa de melhoramento de pimenteiros ornamentais, visando selecionar plantas resistentes ao etileno.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEAUDRY, R. M.; KAYS, S. J. 1998. Effect of ethylene source on abscission of pepper plant organs. **HortScience**, v. 23, p. 724-744, 1998.
- BOSLAND, P.W.; VOTAVA, E.J. **Peppers: vegetable and spice Capsicums**, New York: CABI Publishing, 1999. 204p.
- BUSO, G.S.C.; LOURENÇO, R.T.; BIANCHETTI, L. B.; LINS, T.C.L.; POZZOBON, M.T.; AMARAL, Z.P.S.; FERREIRA, M.E. Espécies silvestres do gênero *Capsicum* coletadas na mata atlântica brasileira e sua relação genética com espécies cultivadas de pimenta: uma primeira abordagem genética utilizando marcadores moleculares. Brasília: **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia**, (Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 7), p. 22, 2001.
- CARVALHO, S. I. C.; BIANCHETTI, L. B.; RIBEIRO, C. S. C.; LOPES, C. A. Pimentas do Gênero *Capsicum* no Brasil. Brasília, DF: **Embrapa Hortaliças**, 2006.
- FINGER, F.L.; BARBOSA, J.G. Postharvest physiology of cut flowers. In: NOUREDDINE, B.; NORIO, S. (Ed.). **Advances in Postharvest Technologies for Horticultural Crops**. Kerala: Research Signpost, 2006. p.373-393.
- FINGER, FL; RÊGO, ER; SEGATTO, FB; NASCIMENTO, NFF; RÊGO, M. Produção e potencial de mercado para pimenta ornamental. **Informe Agropecuário**, v. 33, n. 267, p.14-20, 2012.
- FINGER, F.L; SILVA, T.P; SEGATTO, F.B; BARBOSA, J.G. Inhibition of ethylene response by 1-methylcyclopropene in potted ornamental pepper. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.45, n.6, p.964-969, 2015.
- GOETZ, P.; JEUNE, R.L. *Capsicum annuum* et *Capsicum frutescens* piment. **Phytothérapie**, v.10, p. 126 - 130, 2012.
- IBRAFLOR. **Crítérios de Classificação de Pimenta Ornamental, Veiling® Holambra**. Disponível em: <<http://www.ibraflor.com/publicacoes/vw.php?cod=112>>. Acesso em: 29 jun. 2019.
- LIMA, P.C.C. **Fisiologia do estresse em pimenteiras *Capsicum annuum* L. ornamentais**. Viçosa- MG, 2015.

MACEDO, A. **Pimentas *Capsicum*: uma história de sucesso na cadeia produtiva de hortaliças**. Brasília – DF, ano IV, n. 18, p. 9, 2015.

MELO, A. M. T.; NASCIMENTO, W. M.; FREITAS, R. A. Produção de Sementes de Pimenta. In: NASCIMENTO, W. N. (Ed.). **Produção de Sementes de Hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa, 2014.

MOREIRA, G. R.; CALIMAN, F. R. B.; SILVA, D. J. H.; RIBEIRO, C. S. C. Espécies e variedades de pimenta. **Informe Agropecuário**, v. 27, p. 16-29, 2006.

NASCIMENTO, M. F.; RÊGO, E. R.; NASCIMENTO, N. F. F.; SANTOS, R. M. C.; BRUCKNER, C. H.; FINGER, F. L.; RÊGO, E. R. Correlação entre características morfoagronômicas e resistência à ação do etileno em pimenteiras ornamentais. **Horticultura Brasileira (Inpress)**, 2015.

NASCIMENTO, N. F. F.; RÊGO, E. R.; NASCIMENTO, M. F.; SANTOS, R. M. C.; BRUCKNER, C. H.; FINGER, F. L.; RÊGO, M. M. Flower Color Variability in Double and Three-way Hybrids of Ornamental Peppers. **Acta Horticulturae** 1: p. 457-464, 2013

NASCIMENTO, N. F. F.; RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M.; NASCIMENTO, M. F.; ALVES, L. I. F. Compatibilidade em cruzamentos intra e interespecíficos em pimenteiras ornamentais. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 18, n. 1, p. 57-62, 2012

NEITZKE, R. S.; FISCHER, S. Z.; VASCONCELOS, C. S.; BARBIERI, R. L.; TREPTOW, R. O. Pimentas ornamentais: aceitação e preferências do público consumidor. **Horticultura Brasileira**, v. 34, p. 102-109, 2016.

OLIVEIRA, M. M. T. **Resposta ao etileno e ação do 1-MCP e do STS na longevidade de pimenteiras ornamentais**. Viçosa- MG, 2015.

OUGHAM, H.; ARMSTEAD, I.; HOWARTH, C.; GALYUON, I.; DONNISON, I.; THOMAS, H. The genetic control of senescence revealed by mapping quantitative trait loci. **Annual Plant Reviews**, v. 26, p. 171-201, 2007.

PEREIRA, T. N. S.; RODRIGUES, R. Recursos genéticos em *Capsicum*: situação atual e perspectivas. In: LIMA, M.C. **Recursos genéticos de hortaliças: riquezas naturais**. São Luís: Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura, p.137-159, 2005.

- PICKERSGILL, B. Genetic resources and breeding of *Capsicum* spp. **Euphytica**, v. 96, p.129 - 133, 1997.
- PINHEIRO, J. B.; AMARO, G. B.; PEREIRA, R. B. **Nematoides em pimentas do gênero *Capsicum***. Embrapa Hortaliças-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2012.
- RÊGO, E. R.; FINGER, F. L.; NASCIMENTO, M. F.; BARBOSA, L. A.; SANTOS, R. M. C. Pimenteiras ornamentais. In: **Produção Genética e melhoramento de pimentas (*Capsicum* spp.)**. p. 205-223, 2011.
- RÊGO, M. M.; SAPUCAY, M. J. L. C.; RÊGO, E. R.; ARAÚJO, E. R. Analysis of Divergence and Correlation of Quantitative Traits in Ornamental Pepper (*Capsicum* spp.). **Acta Horticulturae**, v.1087, p.389-394, 2015.
- RÊGO E. R, RÊGO M. M. Genetics and Breeding of Chili Pepper *Capsicum* spp. In: RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M.; FINGER, F. L. **Production and Breeding of Chilli Peppers (*Capsicum* spp.)**. Springer International Publishing Switzerland. p. 1-129, 2016.
- RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M. Ornamental pepper. In: **Van Huylbroeck, J. Ornamental crops**. Springer International Publishing Switzerland, (*in press*), 2018.
- REIFSCHNEIDER, F. J. B. *Capsicum*: pimentas e pimentões no Brasil. Brasília: Comunicação para transferência de tecnologia. **Embrapa Hortaliças**. p. 113, 2000.
- RIBEIRO, W. S; CARNEIRO, C. S; FRANÇA, C. F. M; PINTO, C. M. F; LIMA, P. C. C; FINGER, F. L. 1-MCP efficiency in quality of ornamental peppers. **Horticultura Brasileira**, v. 36, p.510-514, 2018.
- SEGATTO, F. B.; FINGER, F. L.; BARBOSA, J. G.; RÊGO, E. R.; PINTO, C. M. F. Effects of ethylene on the post-production of potted ornamental peppers (*Capsicum annuum* L.). **Acta Hort.** 1000: p. 217-222, 2013.
- STOMMEL, JR., BOSLAND, P. Ornamental pepper. *Capsicum annuum*. In: ANDERSON, N. O. Flower breeding and genetics: issues, challenges, and opportunities for the 21st Century, ed. Dordrecht, Holanda: **Springer**, p. 561 – 599, 2006.
- SUZUKI, T.; IWAI, K. Constituent of bell pepper species: chemistry, biochemistry, pharmacology and food science of the pungent principle of *Capsicum* species. **Alkaloids**, v. 23, p. 227-299, 1984.

VIEIRA, M. A. **Uso de polímero hidro absorvente: efeitos sobre a qualidade de substratos hortícolas e crescimento de mudas de pimentão ornamental.** 113f. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, UFPel, Pelotas, Rio Grande do Sul, 2002.

WOLTERING, E. Effects of ethylene on ornamental pot plants: A classification. **Scientia Hort.** v. 31, p. 83-94, 1996.